

آزمایش شماره 13 (صفحه 27) : تقویت کننده امپتر مشترک

نام و نام خانوادگی دانشجو : رحمت اله انصاری

روز و ساعت کلاس : چهارشنبه ساعت 16

شماره دانشجویی : 9912377331

تحلیل نظری آزمایش (0.5 نمره) :

\*تحلیل حالت DC مدار و بدست آوردن مقادیر زیر :

حالت ترانزیستور	$I_c$	$V_{be}$	$V_{cb}$	$V_{ce}$
فعال	3.41m	0.7	5.072	5.772

\*\* تحلیل حالت AC مدار و بدست آوردن مقادیر زیر :

بهره ولتاژ :

$V_{o(NL)}/V_i$	$V_{o(FL)}/V_i$	$V_{o(NL)}/V_s$	$V_{o(FL)}/V_s$
-133	-91.4375	-8.569	-5.89

بهره جریان:

$A_i$
62.97

مقاومت ورودی :

$R_i$
688.69

مقاومت خروجی :

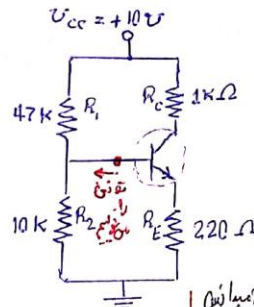
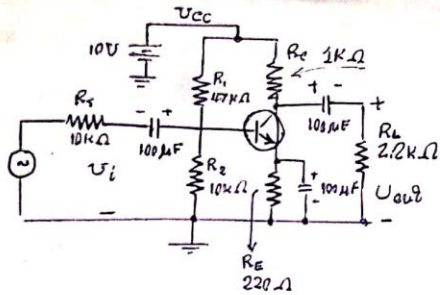
$R_o$
1k

توضیحات سه صفحه پیش رو ...

PAGE  
one

تحلیل نظری

رسمت الی انصاری  
9912377331



• تحلیل DC

• گان ها اتصال  
باز می شود.

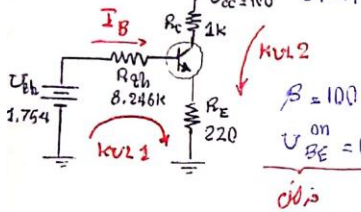
• شکل نهایی

• میانگین  $Z_C = \frac{1}{C\omega}$   
• گان  
•  $\omega = 0 \rightarrow Z_C = \infty$   
• پس اتصال باز

$$R_{th} = R_1 \parallel R_2 = 47k \parallel 10k = \frac{(47 \times 10)k^2}{(47+10)k}$$

$$R_{th} = 8.246k\Omega$$

$$V_{th} = V_{CC} \times \frac{R_2}{R_2 + R_1} = 10 \times \frac{10k}{(10+47)k} = 1.754V$$



$$KVL(1): -V_{th} + R_{th}I_B + 220(I_B + \beta I_B) + V_{BE}^{on} = 0$$

$$\rightarrow -V_{th} + R_{th}I_B + V_{BE}^{on} + 220I_B(1+\beta) = 0 \quad I_E \approx I_C = \beta I_B$$

$$I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}^{on}}{R_{th} + (\beta+1)R_E} = \frac{1.754 - 0.7}{8.246k + (101)220} = 34.6\mu A$$

$$I_E = \beta I_B = 3.46mA$$

$$I_E = (\beta+1)I_B = 3.49mA$$

$$I_B = 34.6\mu A$$

$$V_{CE} = 5.772V$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

$$V_{CB} = 5.072V *$$

$$KVL(2): V_{CC} = V_{CE} + R_C I_C + R_E I_E$$

$$V_{CE} = 10 - 1000 \times 3.46m - 220 \times 3.49m$$

$$V_{CE} = 5.772V \quad V_{CE}^{sat} \approx 0.2V$$

•  $V_{CE} = 5.772V > 0.2V \Rightarrow$  پس ترانزیستور در ناحیه فعال است (در ناحیه فعال بیس بسته)

$$V_E = R_E I_E = 220 \times 3.49m = 0.768V$$

$$V_{BE}^{on} = 0.7 = V_B - V_E = V_B - 0.768 \Rightarrow V_B = 1.468V$$

$$V_{CE} = 5.772 = V_C - V_E = V_C - 0.768V \Rightarrow V_C = 6.54V$$

$$V_{CB} = V_C - V_B = 6.54 - 1.468 = 5.072V *$$

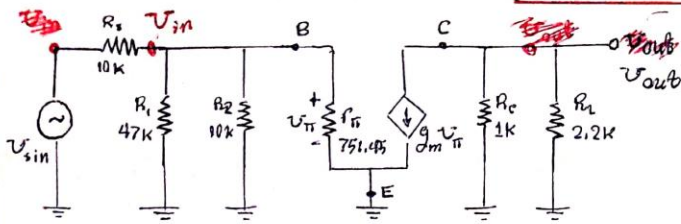
$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{3.46m}{26m} = 0.133 = 133m$$

$$r_{\pi} = \frac{V_T}{I_B} = \frac{26m}{34.6\mu} = 751.45\Omega$$

$$r_{\pi} = \frac{V_T}{I_B} = \frac{\beta V_T}{I_C}$$

PAGE TWO

تحلیل AC



خازن ها اتصال کوتاه می شوند.

$$Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

در حالت AC

$$Z_C = 0$$

$$\omega = 2\pi f = 800$$

بین اتصال کوتاه

همچنین چون امپدانس سیگنال ها در AC

بررسی می کنیم لذا DC را از مدار حذف می کنیم.

$$X_O = X_o + X_O$$



$$V_{in} = V_{\pi} \quad V_{out} = -g_m V_{\pi} (R_C \parallel R_L)$$

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-g_m V_{\pi} (R_C \parallel R_L)}{V_{\pi}} = -g_m (R_C \parallel R_L)$$

$$A_v = -133 \text{ m} \times \frac{(1 \times 2.2) \text{ k}^2}{(1 + 2.2) \text{ k}} = -91.4375$$

$$R_{out} = R_C \parallel R_L = 1 \text{ k} \parallel 2.2 \text{ k} = 687.5 \Omega$$

مقاومت خروجی

وقتی  $V_i = 0$

$$R_{out} = \frac{(1 \times 2.2) \text{ k}^2}{(1 + 2.2) \text{ k}} = 687.5 \Omega$$

$$R_{in} = R_1 \parallel R_2 \parallel r_{\pi} = 8.246 \text{ k} \parallel 751.45 = \frac{8246 \times 751.45}{8246 + 751.45} = 688.69 \Omega$$

مقاومت ورودی

وقتی  $V_o = 0$

$$R_{in} = 8.246 \text{ k} \parallel r_{\pi}$$

$$A_i = -A_v \frac{Z_i}{Z_o} = \frac{I_o}{I_i} = 91.4375 \times \frac{688.69}{1 \text{ k}} = 62.97$$

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{-V_o}{V_i} \times \frac{Z_i}{Z_o} = -A_v \frac{Z_i}{Z_o}$$

$$\begin{aligned} V_o(NL) &= -g_m V_{\pi} R_C \\ V_o(FL) &= -g_m V_{\pi} (R_C \parallel R_L) \end{aligned}$$

$$A_v(FL) = \frac{V_o(FL)}{V_i} = -91.4375 \quad A_v(NL) = \frac{V_o(NL)}{V_i} = -g_m R_C = -133 \text{ m} \times 1 \text{ k} = -133$$

$$V_s \Rightarrow \frac{Z_i}{Z_i + R_s} V_s = V_i \Rightarrow V_s = \frac{V_i}{\frac{Z_i}{Z_i + R_s}} = \frac{V_i (Z_i + R_s)}{Z_i}$$

$$A_{vs} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{V_i} \times \frac{V_i}{V_s} = A_v \times \frac{V_i}{V_s} = A_v \times \frac{Z_i}{Z_i + R_s}$$

$$A_{vs}(FL) = A_v(FL) \times \frac{Z_i}{Z_i + R_s} = \frac{688.69}{688.69 + 10 \text{ k}} \times (-91.4375) = -5.89$$

$$A_{vs}(NL) = A_v(NL) \times \frac{Z_i}{Z_i + R_s} = \frac{688.69}{688.69 + 10 \text{ k}} \times (-133) = -8.569$$

PAGE 3

$$R_o = \frac{V_o(NL) - V_o(FL)}{V_o(FL)} \times R_L = 1k$$

$$= \frac{-g_m V_{\pi} R_C + g_m V_{\pi} (R_C \parallel R_L)}{-g_m V_{\pi} (R_C \parallel R_L)} \times R_L = 1k$$

با این اثبات ...

$$= \frac{(-g_m V_{\pi}) (R_C - (R_C \parallel R_L))}{(-g_m V_{\pi}) (R_C \parallel R_L)} \times R_L = \frac{1000 - 687.5}{687.5} \times 2.2 \times 10^3 = 1000$$

$$R_C \parallel R_L = 1k \parallel 2.2k$$

$$= 687.5$$

$$I_o = \frac{V_o(NL)}{R_C} = \frac{-g_m V_{\pi} R_C}{R_C} = -g_m V_{\pi}$$

$$I_i = \frac{V_s - V_i}{R_s} = \frac{V_i \left( \frac{Z_i + R_s}{Z_i} - 1 \right)}{R_s} = \frac{V_{\pi} \left( \frac{Z_i + R_s}{Z_i} - 1 \right)}{R_s}$$

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{-g_m R_s}{\frac{Z_i + R_s}{Z_i} - 1} = \frac{-133m \times 10k}{\frac{688.69 + 10k}{688.69} - 1} = \frac{-1330}{12.52} = -106.94$$

$$V_{\pi} = V_{BE} = 0.7V$$

از اینجا به پایین با فرض  $V_{\pi} = 0.7$  ...

$$V_i = 0.7V$$

$$V_s = V_i \left( \frac{Z_i + R_s}{Z_i} \right) = 0.7 \left( \frac{688.69 + 10k}{688.69} \right) = 10.86$$

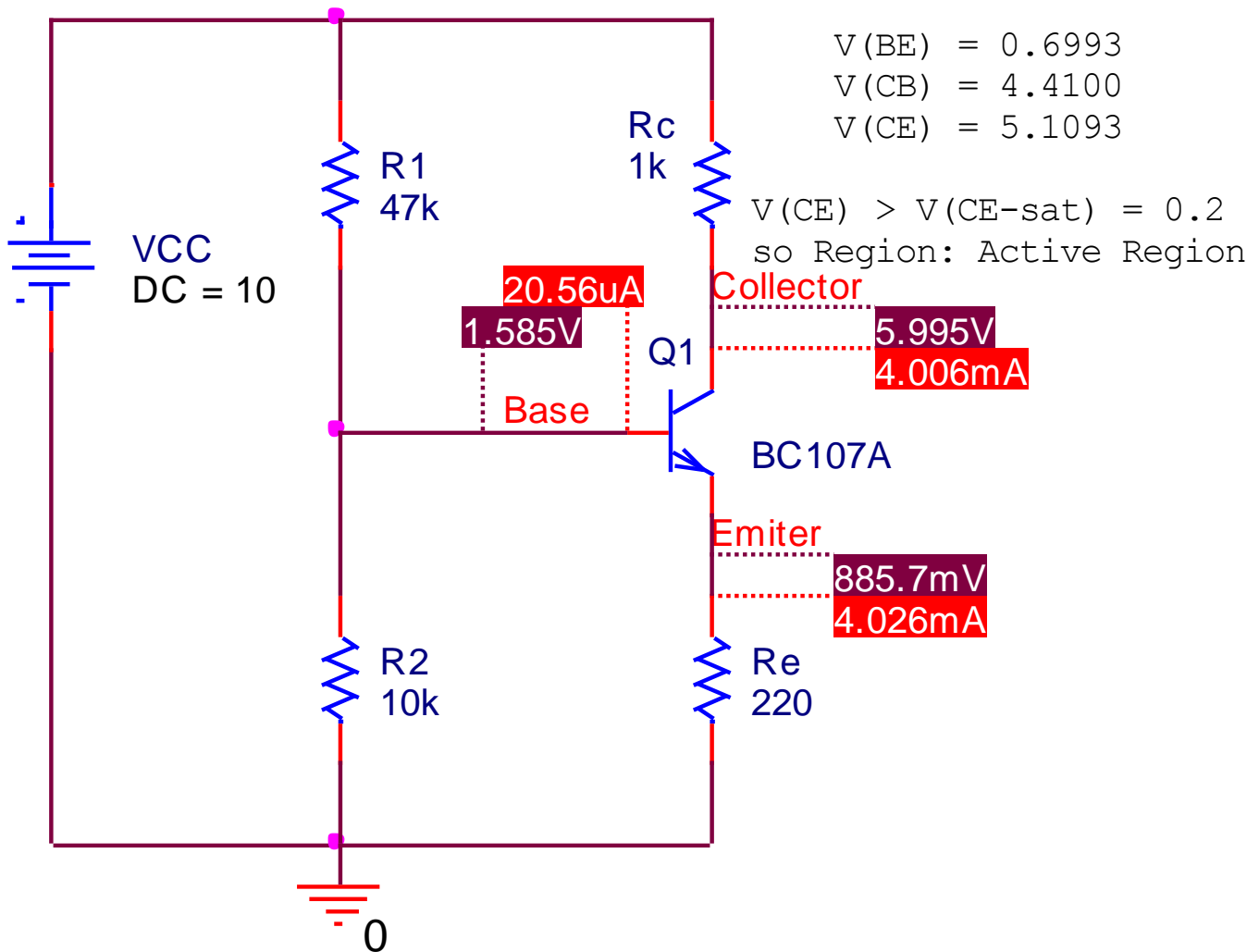
$$I_o = -133m \times 0.7 = -93.1m$$

$$I_i = \frac{V_s - V_i}{R_s} = \frac{10.86 - 0.7}{10k} = 1.016m$$

$$V_o(NL) = -g_m V_{\pi} R_C = -93.1V$$

$$V_o(FL) = -g_m V_{\pi} (R_C \parallel R_L) = -64V$$

## DC Schematic





تحلیل شبیه سازی (0.5 نمره) :

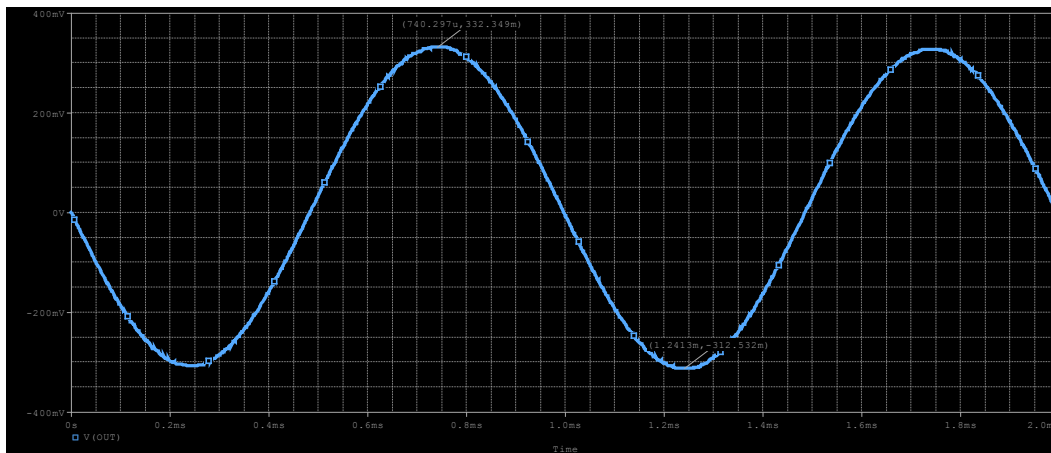
\*\*\*تحلیل حالت DC مدار و بدست آوردن مقادیر زیر :

$V_{ce}$	$V_{cb}$	$V_{be}$	$I_c$	حالت ترانزیستور
5.1093	4.41	0.6993	4.006m	فعال

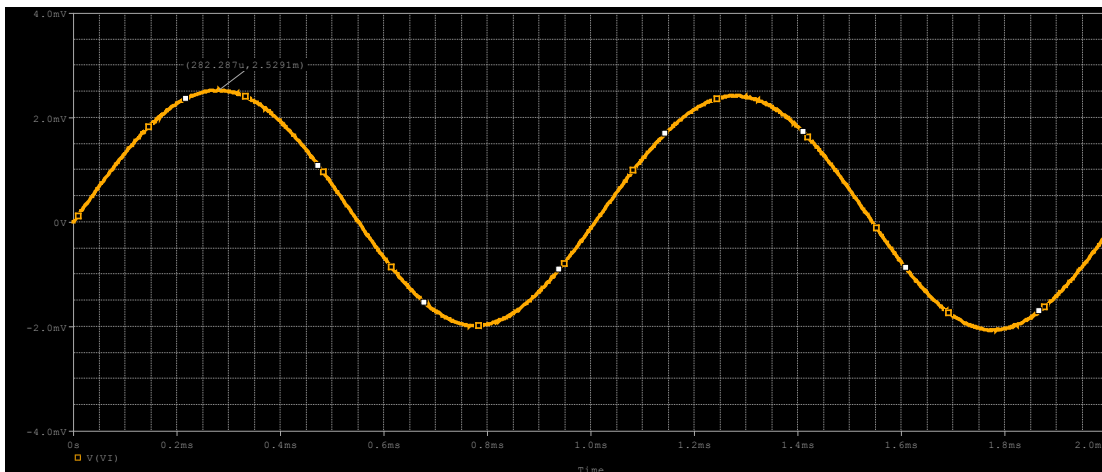
\*\*\*تحلیل حالت AC

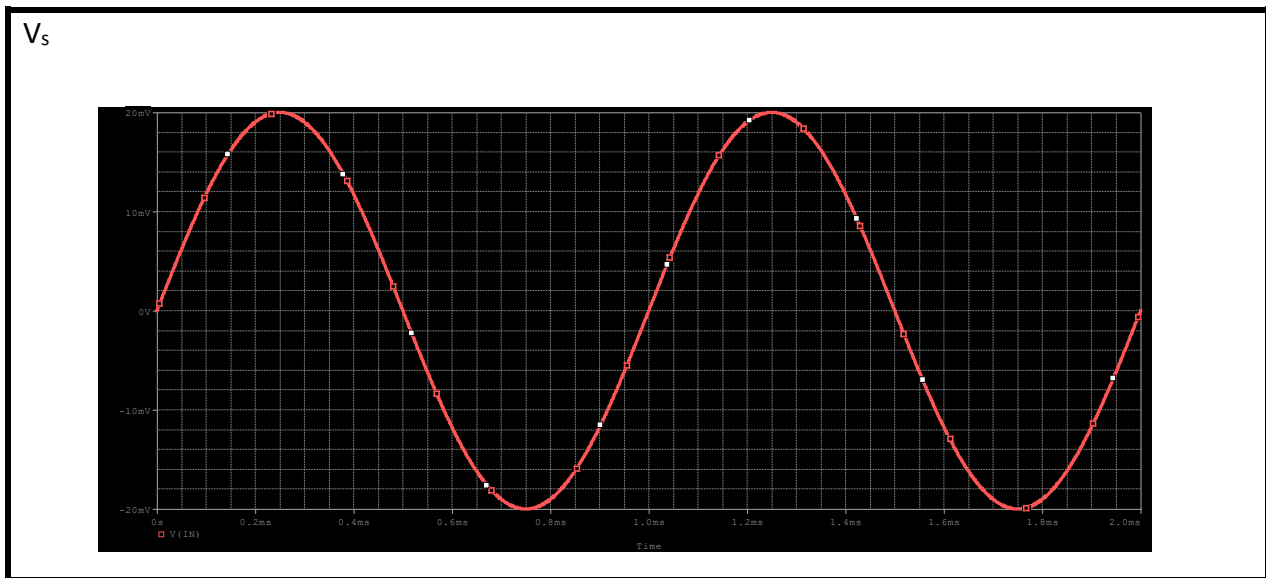
بدون  $R_L$  ,  $V_s$  راطوری تنظیم کنید که شکل موج خروجی بدون اعوجاج باشد در این صورت شکل موج های زیر را بدست بیارید :

$V_{o(NL)}$



$V_i$





بهره ولتاژ :

$V_{o(NL)}/V_i$	$V_{o(FL)}/V_i$	$V_{o(NL)}/V_s$	$V_{o(FL)}/V_s$
131.36	90.796	16.62	11.49

بهره جریان:

$A_i$
59.26

مقاومت ورودی :

$R_i$
1.3k

مقاومت خروجی :

$R_o$
510

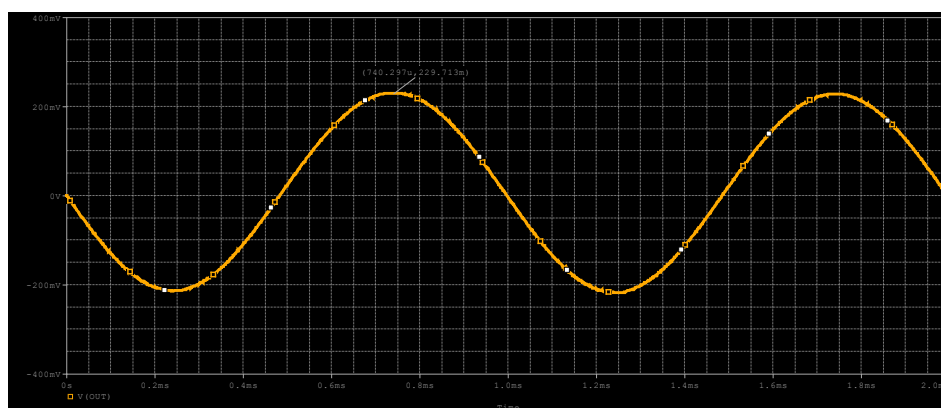
$$V_s = 20m \quad V_i = 2.5291m \quad V_{o(NL)} = 332.349m$$

$$V_s = 20m \quad V_i = 2.5335m \quad V_{o(FL)} = 229.713m$$

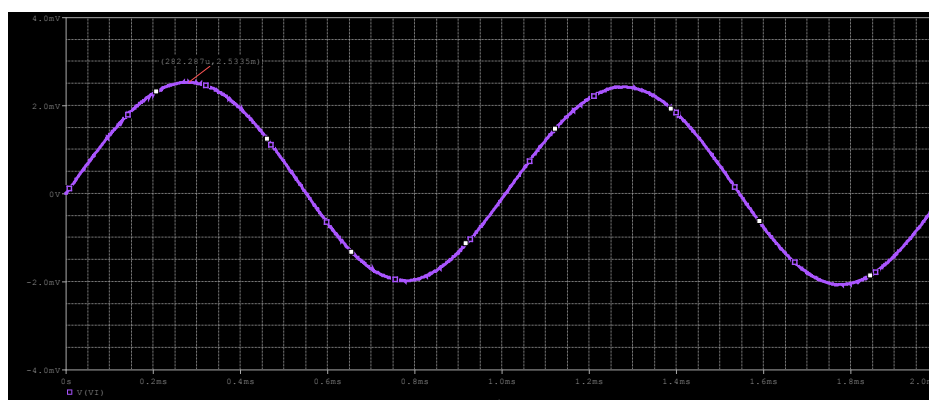
$$V_{o(FL)} / 2 = 114.8565m \quad V_s / 2 = 10m$$

$$I(in) : 1.7619u \quad I(out) : 104.415u$$

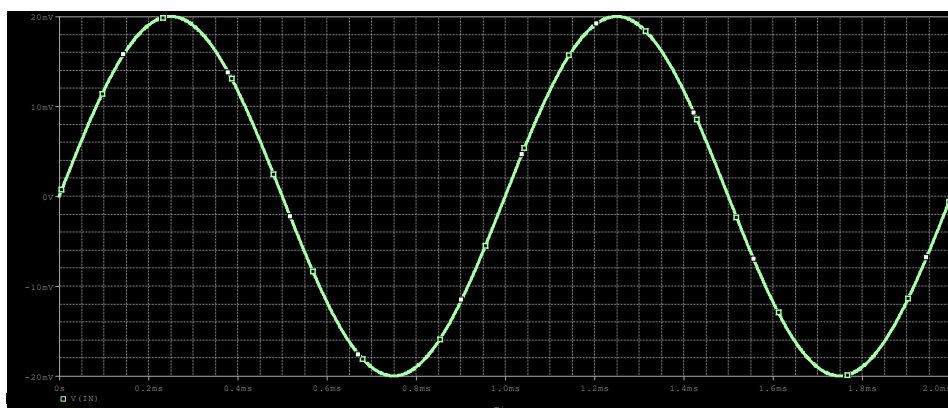
$V_{O(FL)}$



$V_i$

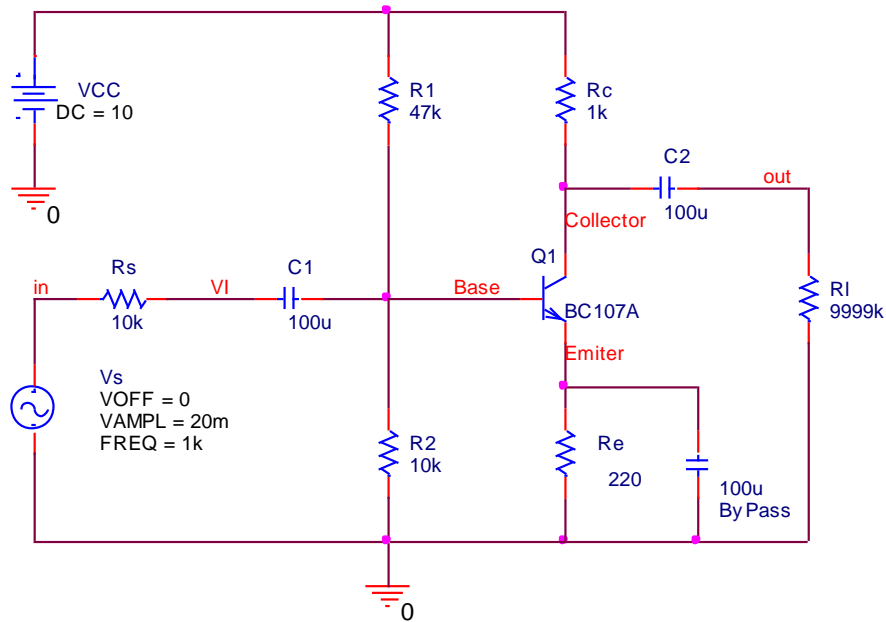


$V_s$

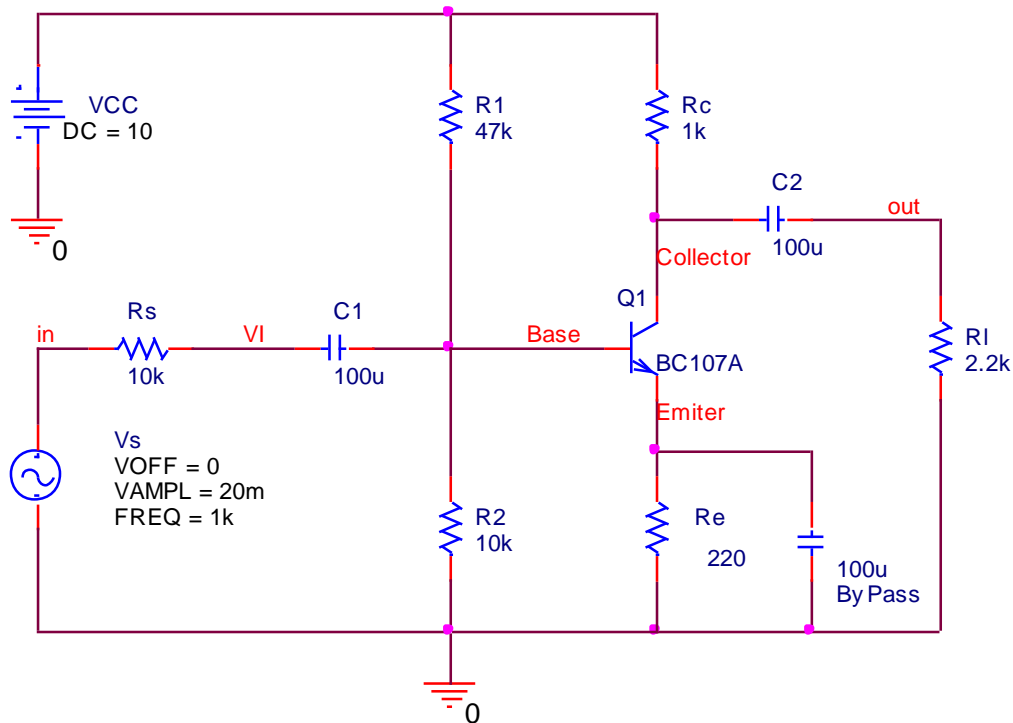




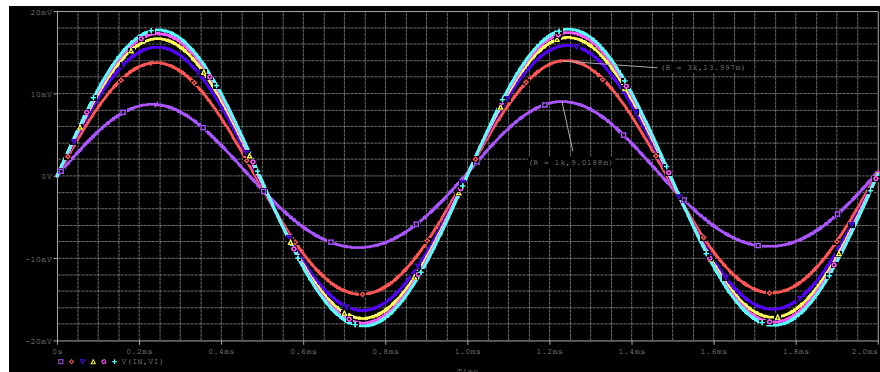
### NL Schematic



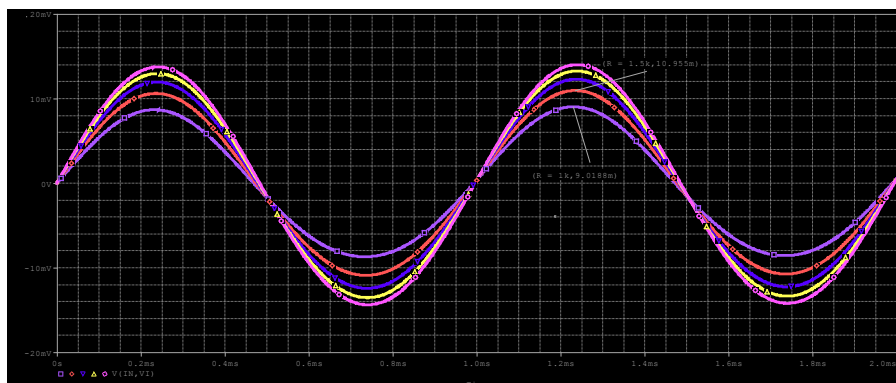
### FL Schematic



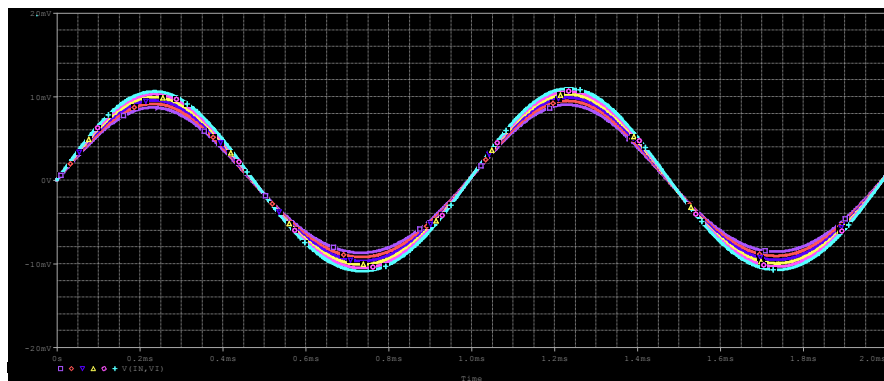
Ri(sweep 1k to 11k – Increment 2k) => Result Between 1k and 3k



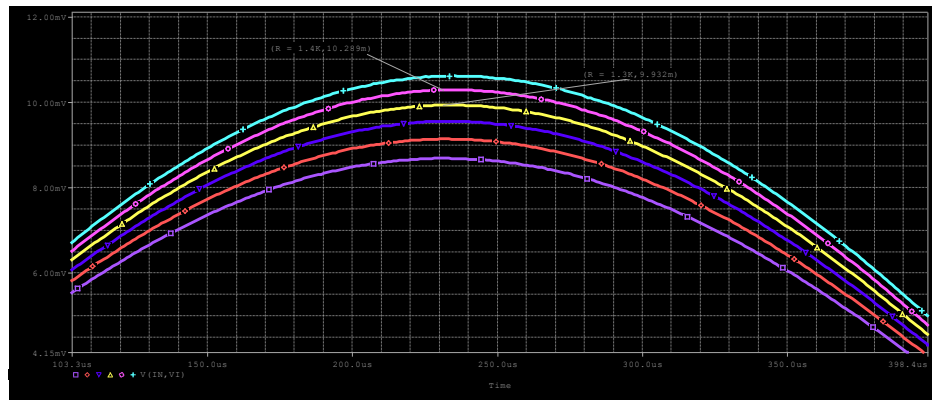
Ri(sweep 1k to 3k – Increment 500) => Result Between 1k and 1.5k



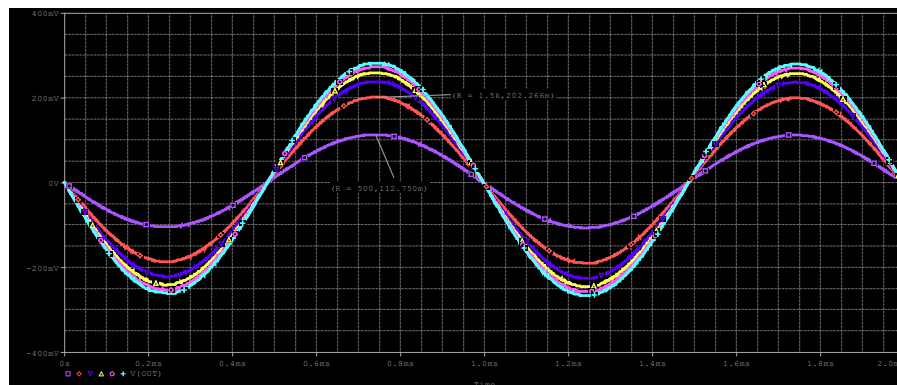
Ri(sweep 1k to 1.5k – Increment 100)



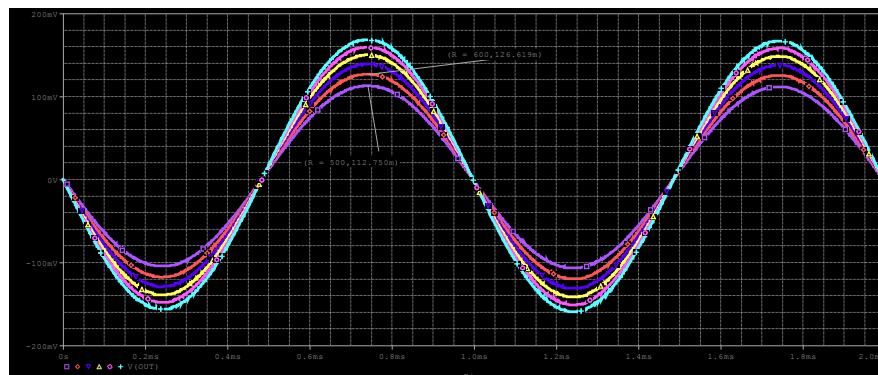
Ri(sweep 1k to 1.5k – Increment 100 – zoom mode) => Ri = 1.3k



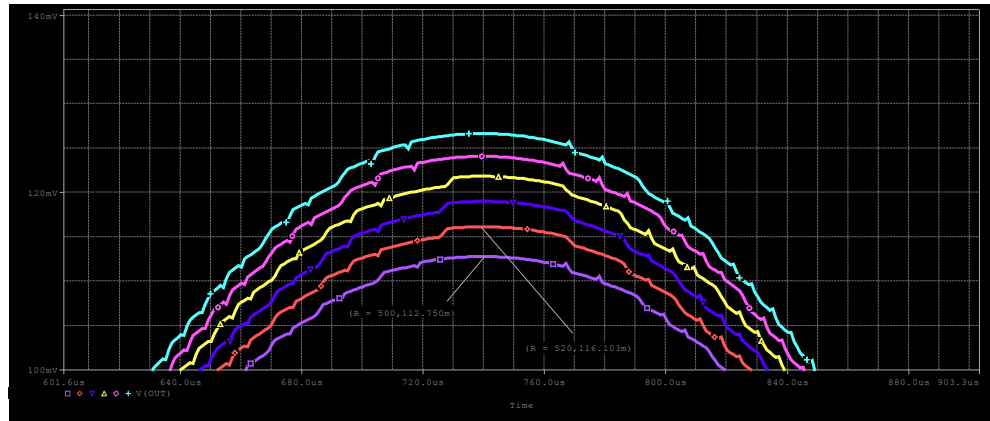
Ro(sweep 500 to 5.5k – Increment 1k) => Result Between 500 and 1.5k



Ro(sweep 500 to 1k – Increment 100) => Result Between 500 and 600



Ri(sweep 500 to 600 – Increment 20 – zoom mode) => Ro = 510



### About Simulation

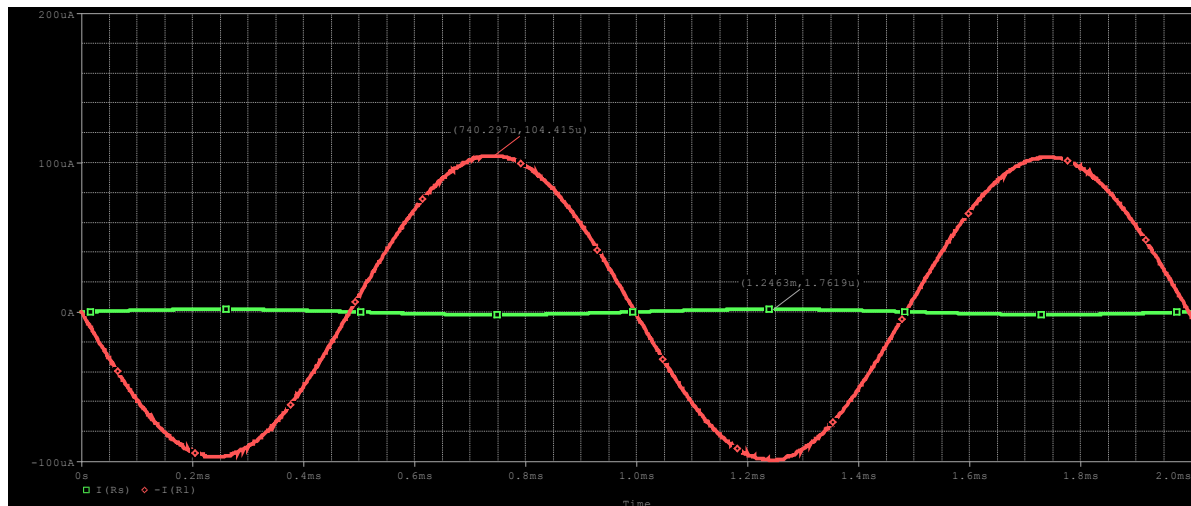
Analysis Type : Time Domain

Run to time : 4ms

Start Saving data after : 0

Maximum step size : 1u

I (input/output)



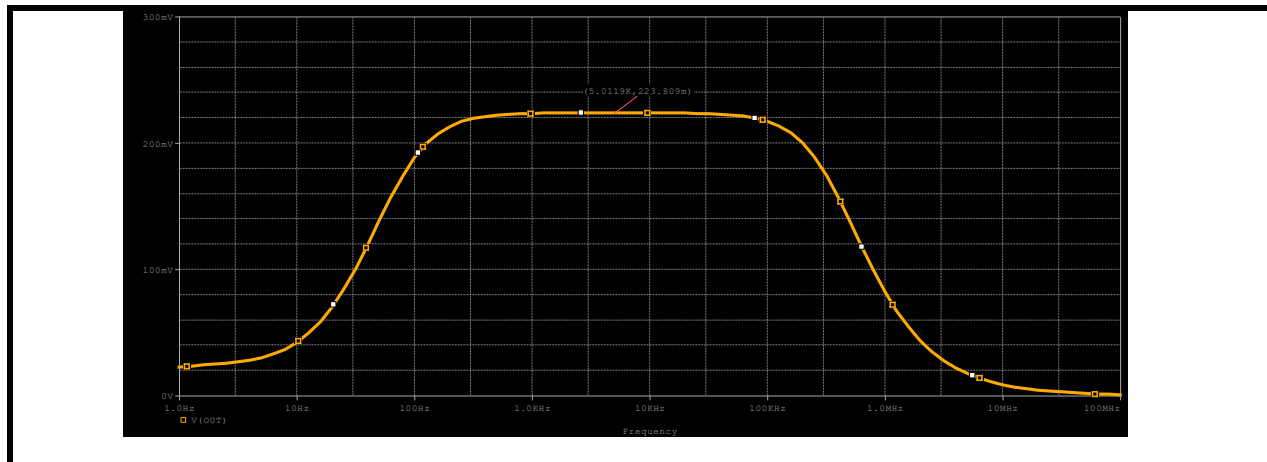
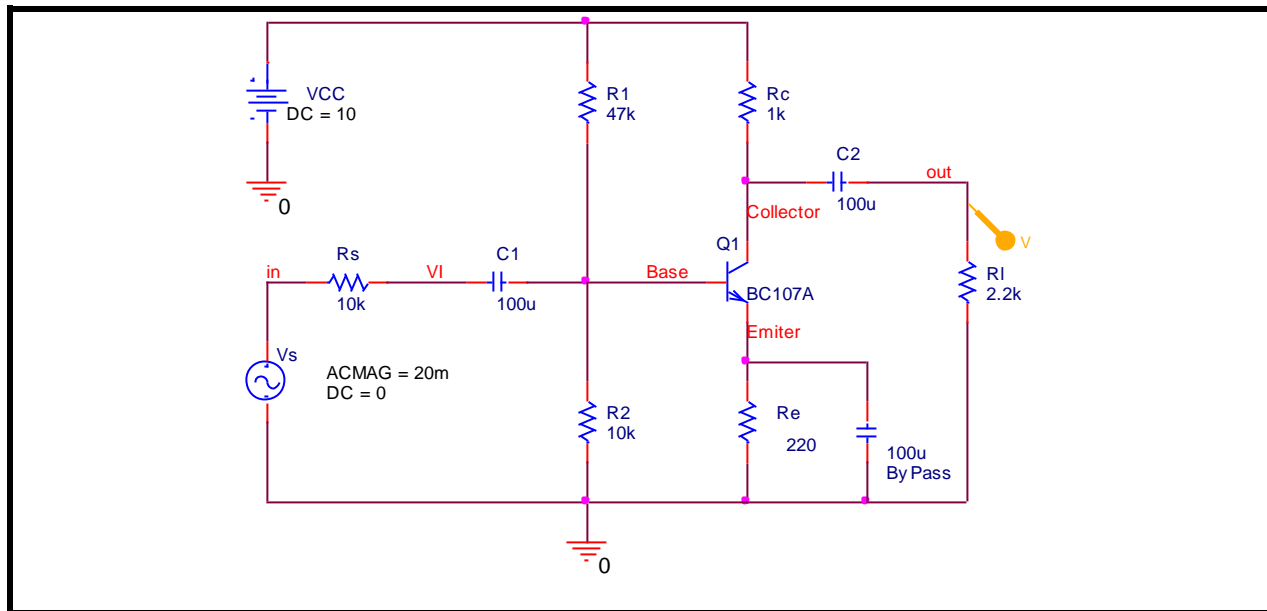
### درصد خطا

حالت ترانزیستور	$I_c$	$V_{be}$	$V_{cb}$	$V_{ce}$	
فعال	3.41m	0.7	5.072	5.772	نظری
فعال	4.006m	0.6993	4.41	5.1093	شبیه سازی
-	14.88%	0.07%	13.05%	11.48%	درصد خطا

درصد خطا	شبیه سازی	نظری	
1.23%	131.36	-133	$V_{O(NL)} / V_i$
0.07%	90.796	-91.4375	$V_{O(FL)} / V_i$
48.44%	16.62	-8.569	$V_{O(NL)} / V_s$
47.10%	11.49	-5.89	$V_{O(FL)} / V_s$
5.89%	59.26	62.97	$A_i$
47.02%	1.3k	688.69	$R_i$
49%	510	1k	$R_o$

Not Finished...!

### Frequency Analysis



About Simulation:

Analysis Type : AC sweep / Noise (Logarithmic – Decade)

Frequency : start(1), end(100meg), point(10)

Result:

Cursor Max in :

Frequency = 5.0119K Hz

Output Voltage : 223.809 mV